

〔研究ノート〕

足背における皮静脈の走行に関する解剖学的研究

－ 静脈可視化装置を用いた検討 －

三國 裕子 藤澤 珠織 千葉 正司

Key words：足背、皮静脈、静脈可視化装置、静脈穿刺、局所解剖

I. 緒言

皮静脈とは皮下組織の中を走行する静脈で、動脈に伴行せずに独立して走行している¹⁾。皮静脈は表在性で触知や可視が可能であるため、静脈内注射や静脈血採血などの静脈穿刺の際に用いられる。この静脈内注射について、2002年の厚生労働省医政局長通知²⁾において、看護業務の範疇として取り扱うとする法解釈の変更がなされた。看護師は採血に加えて静脈注射をも含んだ静脈穿刺に対する責任を担うこととなり、より確かな静脈穿刺部位の知識の取得が求められている。しかし、皮静脈の周囲には神経や動脈が走行しており、これらへの誤穿刺による事故の報告が後を絶たない³⁻⁵⁾。

静脈穿刺部位の安全領域に関して、著者らは篤志献体を用いて肘窩を中心とする局所解剖学的調査を行い、上肢の安全な静脈穿刺部位を選定している⁶⁾。肘窩以外の静脈穿刺部位として、近年は足背の頻度が高まっている。その背景として、高齢化率の上昇により認知症などの脳神経疾患やいわゆる寝たきりの患者数が増加し、上肢への静脈穿刺が不可能な状況が多発していることが考えられる。足背の解剖学的研究としては、皮神経の走行⁷⁾、動脈走行⁸⁾、動静脈と神経の位置的関係⁹⁾などが報告されているが、皮静脈の走行や皮静脈と皮神経・動脈・静脈弁との位置的関係を総合的に調査した報告は未だ

例を見ない。そこで足背の安全な静脈穿刺部位を特定するため、2015年度より献体を用いた皮静脈・神経・動脈の局所解剖学的研究を進めてきた¹⁰⁻¹¹⁾。しかし、献体は屍体であり、実際に穿刺する生体とは何らかの違いがあることが予測され、資料数も限られている。

このため今回、非接触型静脈可視化装置 Stat Vein（テクノメディカ社）を用い、生体を対象とする調査を実施した。静脈可視化装置とは、医療機関で用いられており、還元ヘモグロビンが持つ赤外線吸収の特性を利用し、可視光線および赤外線を組み合わせた光線が皮膚に照射され、反射された赤外線を2つのセンサーで感知し、正確な皮下静脈の位置を皮膚表面に投影することで皮下静脈を可視化するものである。非接触型静脈可視化装置 Stat Vein については、採血実習における教育学的効果¹³⁾や採血実施の際の有効性¹⁴⁾についてすでに報告されている。生体の体表観察のみでは深層や神経走行は観察できないが、静脈可視化装置を用いることで皮静脈の走行や太さが確認でき、さらに資料数の増加が期待できる。つまり、献体と生体における調査を統合することで相互的な補充が可能となると考えた。本研究では、静脈可視化装置を用いた調査の有効性の検討を含め、足背の皮静脈の走行について調査したので報告する。

II. 目的

静脈可視化装置を用いて生体における足背の皮静脈について調査し、継続中である献体による調査・分析の妥当性の傍証とするとともに、新たな足背静脈の調査方法の示唆を得る。

III. 方法

1. 対象

A 大学の学生を対象に、本調査について同意を得られた47名の足背、94側を調査した。

このうち、解析可能な78側（右38側・左40側）の足背について分析を行った。本研究では、この78側のデータを生体と表現して論じる。

2. 方法

1) 被験者の足背の皮静脈を、非接触型静脈可視化装置 Stat Vein を使用し皮下静脈の位置を皮膚表面に投影して観察し、その状態を写真撮影した。

2) 写真を基に足背の皮静脈の位置、外径、走行パターン、大・小伏在静脈への交通枝について分析を行った。

3) 皮静脈の走行を合わせた模式図（シェーマ）を作成した。

4) 上記2)、3) から得られた結果と、献体における調査結果を合わせて分析した。

3. 倫理的配慮

本研究は青森中央学院大学研究倫理委員会の承認を得て実施した。対象となる学生に対しては、研究者による説明文書の配布と口頭の説明により、研究の目的と意義、参加・協力の自由意志、個人が特定されない匿名性の確保、データの守秘管理、同意の有無により評価等への影響などの不利益を被らないことを説明した。これらより、同意書をもって同意の得られた学生を対象とした。また、静脈可視化装置は皮膚への接触や熱さや痛みなどの侵襲は無いが、調査は看護師免許を有する研究者2名が行い、対象者の安全確保に努めた。

また、本研究の献体に関するデータに関して

は弘前大学医学部倫理委員会の審査により承認を得ている。

IV. 結果

分析が可能な78側（右38側・左40側）を用いて次のような結果を得た。

1. 足背静脈弓の位置と外径

静脈弓の位置では、リスフラン関節（足根中足関節）と MTP 関節（中足指節関節）間の静脈弓の走行を、近位（中枢側）、遠位（末梢側）、中央位（中間）の高さで分類した（図1）。その結果、近位が17側（21.8%）、中央位が57側（73.1%）、遠位が4側（5.1%）で、中央位が最も多かった（図2）。

静脈弓の外径は、リスフラン関節の位置の内側、外側を比較した（図3）。その結果、内側が外側より太い場合を72側（92.3%）、外側の方が太い場合を6側（7.7%）に認め、内側が太いケースが大多数を占めた。

2. 足背静脈弓の走行パターン

三國ら¹⁰⁾ による足背静脈弓の走行パターンを用いて分類を行った（図4）。走行パターンは4 Type (I ~ IV) からなり、Type I は凸部を末梢に向けた弓形をなすもの、Type II は Type I より角形をなすもの、Type III は中間部が近位に向けて陥凹するもの、Type IV は二重の弓形をなすものである。さらに、足背静脈弓から大・小伏在静脈への交通枝の出現頻度を Type ごとに確認した（図5）。

その結果、Type I の出現頻度が最も高く、78例中49例（62.8%）に認めた。Type II は14例（25%）、Type III は8例（10.3%）、Type IV は7例（9.0%）であった。大・小伏在静脈への交通枝は、Type IV では両方の静脈への交通枝を有している例が70%以上だった。いずれの Type でも大伏在静脈の交通枝の出現率が小伏在静脈より高く、全体では大伏在静脈の交通枝が70%近い頻度で出現していた（表1）。

また、足背浅上行静脈の出現率についても調査した。足背浅上行静脈とは、高橋¹⁴⁾によると、背側趾静脈から起こり総趾静脈の表層を上行し、足背静脈弓を超えて足背を上昇して下腿で大伏在静脈へ流入する比較的細い静脈である。またその走行には、足背静脈弓と交通を有する

ものもあるとされており、本調査における足背静脈弓からの交通枝と重複する静脈もあると考えられる。本調査で足背浅上行静脈と考えられる所見は45側 (57.7%) であり、半数以上にその出現が見られた (図6)。

V. 考察

表 1. 足背静脈弓の走行パターン・頻度と交通枝 (78 側)

Type	出現頻度 (%)	交通枝 (%)*	
I	49 (62.8)	大伏在静脈	34 (69.4)
		小伏在静脈	20 (40.8)
II	14 (17.9)	大伏在静脈	9 (64.3)
		小伏在静脈	5 (35.7)
III	8 (10.3)	大伏在静脈	5 (62.5)
		小伏在静脈	4 (50.0)
IV	7 (9.0)	大伏在静脈	5 (71.4)
		小伏在静脈	5 (71.4)
Total	78 (100.0)	大伏在静脈	53 (67.9)
		小伏在静脈	34 (43.6)

※交通枝の分母はそれぞれの type の例数を示す。

1. 献体との比較：足背静脈弓の位置と外径

三國ら¹⁰⁾が行った献体30側における静脈弓の位置と外径について、生体における本調査とを比較した (表2)。静脈弓の位置はいずれも中央位が最も多かったが、生体では73%に対し、献体では57%と低かった。近位はいずれも20%程度で同様だが、遠位は生体で5%と低かった。遠位の頻度が生体での中央位の出現率に影響したと考えられる。皆川¹⁵⁾のリスフラン関節を基準とした分類によると、98側中、近位なものが9例 (9.2%)、中央位が61例 (62.2%)、遠位が28例 (28.6%) であった。唐仁原と田中¹⁶⁾の66側の調査では、近位は11例 (16.7%)、中央位が47例 (71.2%)、遠位が8例 (12.1%) と報告されている。いずれも中央位が最も頻度が高いという結果は共通しているが、遠位の頻度が本調査では低かった。これは、本調査では足趾を伸展させた状態で撮影した写真で分析を行っ

たため、実際の生体よりも足趾側が中枢側よりも縦幅があるように判断されたことが考えられる。また、写真ではMTP関節に比較してリスフラン関節の高さの判別が難しかった。これらより、遠位寄りであっても中央位または近位に分類が傾いたため、遠位の頻度が低下したと分析する。以上より、より多角的な撮影方法の検討と、静脈可視化装置で投影した状態で関節間の計測を行うなど他の方法との併用が必要であることが示された。

表 2. 生体と献体の足背静脈弓の位置と外径の比較

	静脈弓の位置 (%)			静脈弓の外径 (%)	
	近位	中央位	遠位	内側>外側	内側<外側
生体 (本調査)	17 (21.8)	57 (73.1)	4 (5.1)	72 (92.3)	6 (7.7)
献体 (三國ら)	6 (20.0)	17 (56.7)	7 (23.3)	28 (93.3)	2 (6.7)

また、リスフラン関節の位置の静脈弓の内側、外側の外径について、三國らの献体における結果と本調査とを比較した。献体30側では、内側の平均値は 2.6 ± 0.6 mm、外側は 1.9 ± 0.5 mmであり、内側が外側より太い例が28側 (93.3%)と大多数を占めた。本調査は写真により解析を行ったため外径の計測は行わなかったが、内側が外側より太い例が72側 (92.3%)であり、献体と同様の結果を示した。皆川¹⁵⁾による献体168側を用いた調査では、脛側縁 (内側) が腓側縁 (外側) より太いものが163例 (97.0%)とその大半を占め、同じ太さが4例 (2.4%)、腓側縁が太いものは1例 (0.6%)にすぎなかったと報告している。これらより、本調査と献体における調査は同様の結果を示しており、写真による解析であっても静脈の太さについては信頼性のある結果が得られるものと考ええる。

2. 献体との比較：足背静脈弓の走行パターン

本調査では、三國ら¹⁰⁾による足背静脈弓の走行パターン4 Type (I ~ IV) を用いた。この走行パターン4 Type は、皆川¹⁵⁾による足背静脈弓の分類6型を基に分析することにより作成した。弓形・角型・陥凹・二重の弓形といった静脈弓の形態的特徴により4 Type としたものである。

三國らによる献体と、本調査による生体との足背静脈弓の走行パターンを比較した結果を表3に示す。献体において Type I は12例 (40%)

と最も頻度が高く、Type II、III、IV はいずれも20% 前後であった。本調査では、最も高い頻度は Type I であり、献体と同様であったが、その頻度は60% 以上と過半数を占めた。また Type III、IV については、献体での同 Type の半数の頻度であった。Type III は中間部が陥凹、Type IV は二重の弓形をなし、弓形、角形よりも詳細な所見が必要である。静脈可視化装置による写真では、浅層は鮮明に投影されるため弓形や角形のような形態は判別しやすいが、深層を含めた複雑な静脈走行は不明瞭となりやすい。つまり、複雑な走行を示す例が他の Type へ分類されたため、Type III、IV の頻度が低くなったと推測する。このことから、写真だけでは詳細な静脈走行の分析が難しいことが明らかになった。

静脈弓からの交通枝の出現頻度を比較すると、献体では交通枝が最も多かったのは Type III で、大・小伏在静脈ともに67%であった。次いで頻度が高かったのは Type IV で、大伏在静脈80%、小伏在静脈40%であった。合計では大・小伏在静脈とも40% 前後の出現率となり大差はなかった。本調査では、交通枝が最も多かったのは Type IV、次いで Type III で、献体と近い結果が得られた。Type IV は二重の静脈弓からの分枝が多く、中でも表層を走行する静脈が多数出現する。Type III では献体6側の全例において、静脈弓の陥凹部より大・小伏在静脈への交通枝が出現している。この交

表 3. 生体と献体の足背静脈弓の走行パターン、交通枝の比較

Type	出現頻度 (%)		交通枝 (%)			
	生体	献体	生体		献体	
I	49 (62.8)	12 (40.0)	大伏在静脈 小伏在静脈	34 (69.4) 20 (40.8)	大伏在静脈 小伏在静脈	3 (25.0) 2 (16.7)
II	14 (17.9)	7 (23.3)	大伏在静脈 小伏在静脈	9 (64.3) 5 (35.7)	大伏在静脈 小伏在静脈	0 5 (71.4)
III	8 (10.3)	6 (20.0)	大伏在静脈 小伏在静脈	5 (62.5) 4 (50.0)	大伏在静脈 小伏在静脈	4(66.7) 4 (66.7)
IV	7 (9.0)	5 (16.7)	大伏在静脈 小伏在静脈	5 (71.4) 5 (71.4)	大伏在静脈 小伏在静脈	4 (80.0) 2 (40.0)
計	78 (100.0)	30 (100.0)	大伏在静脈 小伏在静脈	53 (67.9) 34 (43.6)	大伏在静脈 小伏在静脈	11 (36.7) 13 (43.3)

※交通枝の分母はそれぞれの type の例数を示す。

通枝は表層を走行する細い静脈の例が多い。静脈可視化装置は、表層であれば細い静脈を含む可視化が可能である。Type IV、III の静脈弓からの交通枝は表層性で細い例が多かったことから、献体においても生体でも静脈弓からの大・小伏在静脈の交通枝が確認できたといえる。また、交通枝の合計では、生体において大伏在静脈への交通枝が68%に確認された。これは献体の大伏在静脈への交通枝の出現率の約2倍である。献体調査においては、解剖実習に供される献体を使用するため、剖出手技によって表層の静脈や細い静脈が離断される場合がある。これに対し、静脈可視化装置は表層の静脈は細くても明瞭に可視化できることから、生体における交通枝の頻度が高くなったと考えられる。

さらに、浅足背上行静脈の出現率は、本調査では45側（57.7%）であった。筆者らの調査に

よると、献体における浅足背上行静脈の出現率は現在までに93側中47側（50.5%）に確認している。高橋¹⁴⁾によると、浅足背上行静脈の出現率は75.4%とされており、その形態は1～4条からなると報告されている。本調査の出現率は先行研究よりも低値ではあるが、献体調査よりは高い値となった。これについては先に述べたように、浅足背上行静脈のような表層かつ細い静脈の剖出は解剖実習体では困難なため、出現率が低下したと推測される。献体における足背静脈弓からの交通枝の頻度が生体より低いことから明らかである。本調査における浅足背上行静脈の出現率は高橋による研究より低い。静脈可視化装置は、献体では得にくいデータを得る手段として使用する際には有効であると考えられる。

VI. 結論

本調査により、足背静脈弓の位置や、陥凹形・二重の弓形といった詳細な皮静脈走行を得るためには、静脈可視化装置を用いた写真の多角的な撮影方法、他の調査方法との併用が必要であることが示唆された。また、静脈弓からの交通枝の出現頻度は生体調査の方が高いことから、静脈可視化

装置は献体調査では得にくいデータを入手できる調査方法となると考えられた。さらに、浅足背上行静脈などの表層の静脈が明瞭に確認できたことは、足背の静脈走行の分析のための新たな調査方法となる可能性が示唆された。これらの結果を基に、今後は足背の神経、動脈との関係を明らかにして安全な足背への静脈穿刺部位の解明を進めていきたい。

謝辞

本研究のためにご協力くださいました看護学生の方々に心より感謝申し上げます。

この論文に開示すべき利益相反状態はない。

引用文献

- 1) 河西達夫 (2007) : 解剖学実習アトラス, 5, 南江堂, 東京.
- 2) 厚生労働省医政局長通知 (2002) : 看護師等による静脈注射の実施について, 医政発第0930002号.
- 3) 日本医師会 (2010) : 医療事故削減戦略システム 事例から学ぶ医療安全, 1 (1), 19-20.
- 4) 中村春菜 (2005) : 注射針による神経損傷, 看護管理, 15 (5), 424-429.
- 5) 日本医療機能評価機構 (2017) : 報告書・年報, <http://www.med-safe.jp/contents/report/analysis.html>, 2018年1月22日アクセス.
- 6) Mikuni Y, Chiba S (2013) : Topographical anatomy of superficial veins, cutaneous nerves, and arteries at venipuncture sites in the cubital fossa. *Anatomical Science International*, 88, 46-57.
- 7) 谷治郎 (1974) : 腓腹神経の足背分布繊維解析による形態学的考察, 金沢大学十全医学会雑誌, 83 (3), 435-448.
- 8) Adachi B (1928) : Das Arteriensystem der Japaner. Band II, 242-250, Maruzen, Kyoto.
- 9) 寺嶋美帆、木村明彦、五味敏昭 (2006) : 足背における安全な採血及び静脈注射部位の局所解剖学的研究, 形態・機能, 4 (2), 69.
- 10) 三國裕子、千葉正司他 (2016) : 足背の皮静脈に関する局所解剖学的研究, 第121回日本解剖学会全国学術集会, 福島県.
- 11) 三國裕子 (2015) : 足背の静脈穿刺部位における皮静脈と皮神経・動脈との局所解剖学に関する文献検討, 青森中央学院大学研究紀要, 23, 59-67.
- 12) 真鍋紀子、一原直人、三好真琴他 (2011) : 2波長レーザーを用いた静脈可視化装置「スタットベイン」の教育学的効果と有効性, 医学検査, 60 (6), 927-932.
- 13) 福島美野子、山本哲志、浄慶幸江他 (2012) : 非接触型静脈可視化装置「Stat Vein」を用いた基礎的研究, 機器・試薬, 35 (6), 949-951.
- 14) 高橋哲二 (1939) : 日本人胎児ノ皮下静脈 (下肢), 解剖学雑誌, 14 (5), 371-385.
- 15) 皆川好文 (1955) : 足背における腱, 血管, 神経の解剖学的研究特にその位置について, 第3編 静脈について, 熊本大学医学部解剖学教室業績, 34, 2-34.
- 16) 唐仁原誠、田中和雄 (1959) : 南九州人の足背静脈, 鹿児島大学医学雑誌, 33, 172-175.

要旨

本研究の目的は、安全な静脈穿刺部位の解明のため、静脈可視化装置を用いて生体における足背の皮静脈について調査し、継続中である献体による調査・分析の妥当性の傍証とするとともに、新たな足背静脈の調査方法の示唆を得ることである。A大学の学生を生体として、足背78側（右38側・左40側）について静脈可視化装置を用いた調査・分析を行った。本研究はA大学研究倫理委員会の承認を得て実施した。

その結果、静脈弓の位置は生体では近位の頻度が献体と比較して高く、遠位が低かった。静脈弓の外径では、生体内側が外側より太い例が90%以上であり、献体と同様の結果を示した。静脈弓の走行パターンとして、4 Typeにより分類した結果、Type Iである弓形が生体及び献体で最も多かった。生体において、陥凹するType III、二重の弓形をなすType IVの頻度が献体と比較して低かった。静脈弓からの交通枝と浅足背上行静脈の出現率は献体より生体が示唆された。

高かった。これらより、足背静脈弓の位置や、陥凹形・二重の弓形といった詳細な皮静脈走行を得るためには、静脈可視化装置を用いた写真の多角的な撮影方法、他の調査方法との併用が必要であることが示唆された。また、静脈弓からの交通枝の出現頻度は生体調査の方が高いことから、静脈可視化装置は献体調査では得にくいデータを入手できる調査方法となると考えられた。さらに、浅足背上行静脈などの表層の静脈が明瞭に確認できたことは、足背の静脈走行の分析のための新たな調査方法となる可能性が

（青森中央学院大学 看護学部 准教授 みくに ゆうこ）

（青森中央学院大学 看護学部 講師 ふじさわ しおり）

（弘前学院大学 看護学部看護学科 教授 ちば しょうじ）

紀要 図一覧： 三國裕子

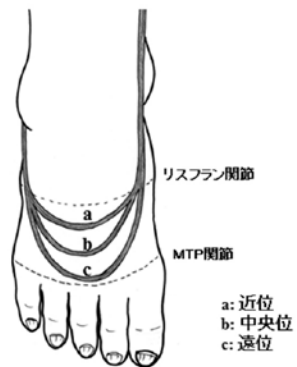


図 1. 静脈弓の位置



図 2. 右足背における中央位の写真※
※点線は静脈弓を示す



図 3. 右足背における外側が太い写真

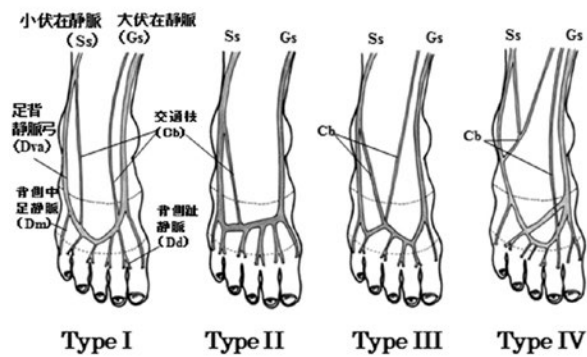


図 4. 足背静脈弓の走行パターン (献体, 右側に統一)

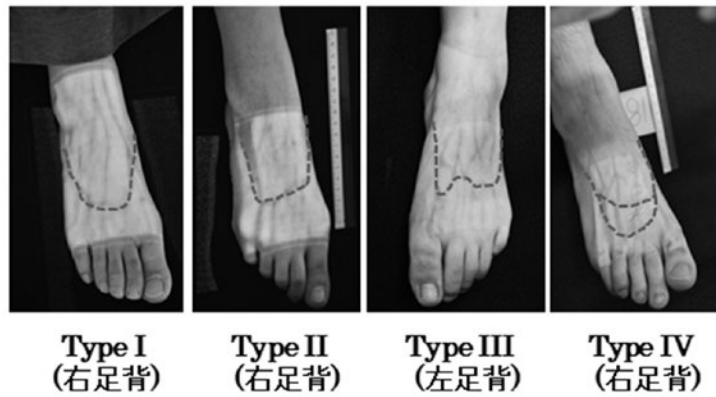


図 5. 足背静脈弓の 4 Type の写真 (生体)

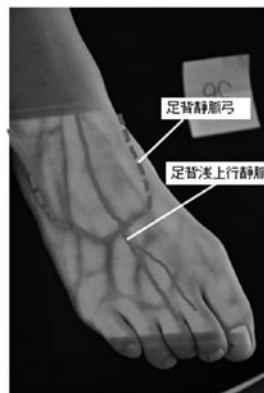


図 6. 右足背における足背浅上行静脈の写真※
※点線は足背静脈弓、実線は足背浅上行静脈を示す。